

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

88 3875

88

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° d publication :

2 764 008

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

97 06775

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : F 15 B 9/04, F 15 B 9/03, 15/14, G 09 B 9/02, G 01 M 7/00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫2 Date de dépôt : 03.06.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 04.12.98 Bulletin 98/49.⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : BOVY HENRI LOUIS PIERRE — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BOVY HENRI LOUIS PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 SERVOACTIONNEUR ELECTROHYDROSTATIQUE DE PLATEFORME MOBILE SUSPENDUE.

⑤7 L'invention décrit un servoactionneur électrohydrosta-  
tique autonome peu complexe et à grande efficacité, pour  
plateforme mobile suspendue.

Il comporte :

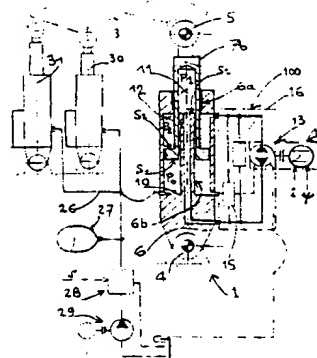
- un actionneur hydraulique de puissance (6) à triple ef-  
fet,
- un moyen hydropneumatique (27) d'équilibrage de  
charge dite statique,
- un circuit hydrostatique (20, 21) d'alimentation, qui  
comporte un moyen de distribution (15) alimenté en fluide à  
partir d'une chambre (10) d'équilibrage,
- un moyen rotatif (13) de commande hydrostatique bidi-  
rectionnelle (14) d'alimentation en fluide dudit actionneur  
hydraulique (6) de puissance entraîné par un servomoteur  
électrique (M).

L'actionneur hydraulique (6) de puissance qui est à triple  
effet comporte trois chambres (10, 11, 12) séparées, ayant  
chacune une section (S0, S1, S2), la première section dite  
d'équilibrage (S0) étant soumise à une pression d'équilibra-  
ge (P0) régnant dans une chambre d'équilibrage (10),  
créée par ledit moyen hydropneumatique d'équilibrage (27,  
28, 29, s), permettant d'équilibrer la charge dite statique  
s'exerçant sur l'extrémité de la tige (7).

Le moyen hydropneumatique (27) d'équilibrage de char-

ge est commun à tous les servoactionneurs (1, 30, 31) de la  
plateforme.

APPLICATION: plateforme mobile suspendue (3) par  
exemple pour dispositif de mouvement de cabine de simu-  
lateur de vol ou de conduite de véhicule.



FR 2 764 008 - A1



## Servoactionneur électrohydrostatique de plateforme mobile suspendue

La présente invention se rapporte à un servoactionneur électrohydrostatique de plateforme mobile suspendue, destiné plus particulièrement, mais non exclusivement à un système de mouvement pour l'entraînement au pilotage d'aéronefs et à la conduite de véhicules tels que poids-lourd, char, ainsi que pour plateforme mobile d'essais dynamiques.

• Il est connu, d'une part :  
que les cabines de simulateurs actuels sont montées sur plateforme animée par des servovérins disposés généralement selon une cinématique dite « hexapode », décrite par le brevet français n°1511683 de janvier 1967 du Franklin Institut, qui permet de restituer des mouvements selon les six degrés de liberté, tentant de reproduire l'ambiance dynamique ressentie par le pilote/conducteur.

Les simulateurs de vol/conduite doivent reproduire avec réalisme, au sol, l'ambiance dynamique. Les pilotes/conducteurs ne devraient que ressentir les accélérations qui sont provoquées par la modification de l'équilibre de l'avion/véhicule, soit volontairement (stimuli sur une commande), soit involontairement (turbulence, vibration, choc, etc).  
Néanmoins, il apparaît que l'entraînement d'un élève pilote/conducteur n'exige pas de reproduire les valeurs de déplacement/accélération observés réellement.  
L'expérience montre aussi que certaines parties du corps humain sont plutôt sensibles aux variations d'accélération. Pour restituer l'environnement dynamique, il est nécessaire, en outre, d'assurer une cohérence proprioceptive (sensations corporelles). Si celle-ci n'est pas respectée, la qualité de l'entraînement est dégradée, pouvant conduire à la maladie de la simulation.

• Il est connu, d'autre part :  
que les systèmes de mouvement de cabine avec, par exemple, six servoactionneurs hydrauliques ou électriques connus de l'homme du métier coûtent chers, de par la multiplicité de ceux-ci, si l'on veut respecter les critères de qualité de restitution accélérométrique, afin que l'entraînement soit bénéfique.

### Problème posé

Le problème posé est d'avoir des servoactionneurs optimisés coût-efficacité afin que le système à plateforme mobile pour, par exemple, mouvement de cabine de simulateur d'entraînement au pilotage/conduite de véhicule soit peu onéreux à l'acquisition et à l'utilisation.

### Etat de la technique

Il est connu que les servoactionneurs hydrauliques linéaires à vérin de puissance double effet du type à simple tige donc à sections actives dissymétriques, intègrent des servovalves et nécessitent une centrale hydraulique répondant à des critères de

conception spécifiques et, par définition, surdimensionnées, à faible rendement, et consécutivement très coûteux.

Un vérin de puissance à double effet du type à double tige ne nécessite pas de servovalve dissymétrique, mais possède un entraxe d'extrémité entre rotules important qui pénalise les débattements cinématiques de la plateforme mobile.

Il est connu que les servoactionneurs électromécaniques ont un meilleur rendement, mais nécessitent une cinématique de transformation du mouvement de rotation du moteur/servomoteur électrique d'entraînement en mouvement, soit de basculement par bras de levier nécessitant de très nombreux pivots et/ou articulations mécaniques, voir en cela le brevet français Alet n°2639746 de novembre 1988, soit par système de vis-écrou dont la douceur de fonctionnement et la fiabilité n'est pas comparable à un vérin hydraulique de puissance à palier(s) hydrostatique(s).

Une technologie hybride est décrite par le brevet français n°2739428, qui montre, dans un vérin différentiel hydraulique d'équilibrage de charge statique à frottement sec réduit, l'association complexe d'un moteur/servomoteur électrique entraînant un système vis-écrou hydrostatique, nécessitant une étanchéité rotative haute pression et une butée de reprise d'effort axial du à l'effet de fond hydrostatique s'exerçant sur l'extrémité de la vis et en outre, créant un couple parasite en plus de l'effort axial utile. De plus, l'alimentation en fluide sous haute pression de la vis-écrou dite hydrostatique rend ce type d'actionneur extrêmement coûteux.

En effet, l'amplitude d'actionnement nécessaire pour recréer les phases d'accélération et de décélération de retour au neutre appelée en anglais « washout », et les changements d'attitude de la cabine d'entraînement, est un premier critère de dimensionnement de course utile des servoactionneurs du système de plateforme mobile du mouvement de cabine, particulièrement pénalisant pour le système électromécanique à vis-écrou de longueur importante car limité par la vitesse critique et le flambage.

La course utile rapportée à l'entraxe minimal de l'actionneur linéaire est un autre critère cinématique de plateforme mobile. La charge statique est un paramètre de fonctionnement pénalisant en terme de performances d'asservissement.

L'état de la technique pour l'équilibrage de charge dite statique est décrit dans différents brevets:

- SANDERS-US patent n° 4021019, de mai 1977,
- BOVY/Warnan-brevet français n° 2654716 de novembre 1989,
- BOVY-brevet français n° 2669381 de novembre 1990,
- LACROIX-brevet français n° 2739428 de novembre 1995.

La technique utilise un accumulateur hydropneumatique dont la pression de gonflage préréglée, s'exerce sur des sections dissymétriques d'un piston de vérin hydraulique à simple tige pour contrebalancer la charge moyenne dite statique supportée par la tige.

**But de l'invention**

Le but de l'invention est de proposer un nouveau servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile suspendue qui évite les inconvénients précités et permet:

- d'équilibrer une charge moyenne (F) dite charge statique créée par les masses suspendues constituées par une plateforme mobile supportant une charge utile telle que par exemple une cabine de simulateur de vol/conduite de véhicule soumises à la pesanteur.

Le servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile conforme à l'invention est une commande hydrostatique bidirectionnelle comprenant:

- un actionneur hydraulique de puissance,
- un moyen hydropneumatique d'équilibrage de charge (F) dite statique.
- un circuit hydrostatique d'alimentation avec un moyen de distribution,
- un moyen rotatif de commande hydrostatique bidirectionnelle d'alimentation en fluide dudit actionneur hydraulique de puissance, caractérisé en ce que l'actionneur hydraulique de puissance est à triple effet comportant trois chambres séparées ayant chacune une section ( $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ), la première section ( $S_0$ ) de chambre d'équilibrage étant soumise à une pression ( $P_0$ ) créée par le dit moyen hydropneumatique d'équilibrage de charge (F) dite statique, les sections actives ( $S_1$  et  $S_2$ ) de surfaces sensiblement égales recevant les pressions différentielles créées par ledit moyen rotatif de commande hydrostatique bidirectionnelle, et en ce que, en outre, le circuit hydrostatique d'alimentation comporte un moyen de distribution alimenté en fluide à partir de la chambre d'équilibrage.

Selon un mode de réalisation avantageux, l'actionneur hydraulique de puissance est à trois chambres hydrauliques séparées disposées en tandem dans un corps creux et dont les sections actives ( $S_1$ ,  $S_2$ ) sont de surface égale.

Selon un autre mode de réalisation très avantageux, l'actionneur hydraulique de puissance est de type à trois chambres hydrauliques séparées dont deux sont coaxiales l'une par rapport à l'autre autour d'une tige creuse de l'actionneur.

Selon un autre mode de réalisation avantageux, une chambre interne de section ( $S_0$ ,  $S_1$ ) est délimitée par une tige creuse et un piston plongeur.

De préférence, ledit moyen rotatif de commande hydrostatique bidirectionnelle est du type à pompe hydraulique à déplacement positif, entraînée par un servomoteur électrique.

Selon un mode de réalisation avantageux, ledit moyen rotatif de commande hydrostatique bidirectionnelle est du type à servopompe hydraulique à déplacement positif variable, entraînée par un moteur électrique à vitesse constante.

De préférence, un moyen de distribution en pression dite de gavage ( $P_g$ ) alimente un circuit hydrostatique reliant les deux

chambres (S1, S2) de l'actionneur hydraulique de puissance au moyen rotatif de commande hydrostatique bidirectionnelle.

Avantageusement, la pression dite de gavage ( $P_g$ ) du circuit hydrostatique du vérin de puissance est une fraction de la pression ( $P_o$ ) qui s'exerce sur la section ( $S_o$ ) d'équilibrage de charge statique et peut alimenter les deux chambres (S1) et (S2) au travers d'un moyen de distribution de fluide.

De préférence, ledit moyen de distribution comporte des clapets antiretour permettant le gavage du circuit hydrostatique.

Avantageusement, ledit moyen de distribution comporte des vannes pilotées électriquement.

De préférence, l'actionneur hydraulique de puissance à section d'équilibrage ( $S_o$ ), le moyen de commande hydrostatique bidirectionnelle alimentant l'actionneur hydraulique du type à triple effet à deux sections actives sensiblement égales (S1, S2), le moyen de distribution en fluide du circuit hydrostatique, peuvent former un seul ensemble adjacent à l'actionneur.

Ainsi avantageusement, selon l'invention, le système de plateforme mobile suspendue à  $n$  degré(s) de liberté particulièrement pour simulateur d'entraînement, comporte  $n$  servoactionneur(s) ne nécessitant pas une centrale hydraulique de puissance commune aux servoactionneurs.

De préférence, ledit moyen hydropneumatique d'équilibrage de charge moyenne dite statique ( $F$ ) créant la pression d'équilibrage qui peut être pilotée, est commun à tous les  $n$  servoactionneurs de la plateforme mobile suspendue à  $n$  degré(s) de liberté.

### Description

La présente invention sera mieux comprise à la lumière de la description détaillée d'un mode de réalisation, pris comme exemple non limitatif, et illustré par les dessins annexés, sur lesquels:

le même numéro de référence identifie toujours un élément homologue quel que soit le mode de réalisation.

Les modes ou variantes de réalisation de l'invention bien que décrite sous des formes particulières peuvent faire l'objet de modifications à la portée de l'homme du métier sans pour autant s'éloigner du cadre et de l'esprit de l'invention.

- La figure 1 représente un servoactionneur linéaire à vérin de puissance de type à double effet à double tige de sections actives de piston égales.

- La figure 2 représente un mode de réalisation de l'invention.

- la figure 3 représente un mode de réalisation d'une partie de l'invention concernant un moyen de distribution.

- La figure 4 représente une variante du moyen de distribution.

- La figure 5 est un graphe de réponse typique d'un tel servoactionneur.

- La figure 6 représente un autre mode de réalisation de la partie actionneur à triple effet.

Le fonctionnement du servoactionneur 1 de plateforme mobile 3 de l'invention est expliqué ci après.

Préalablement, selon fig.1, il est connu de l'homme du métier que différentes cinématiques permettent de relier avec des degrés de liberté adaptés à l'application requise, les extrémités articulées 4, 5 du servoactionneur 1, objet de l'invention, d'une part, par exemple, à sa base fixée au sol 2 et d'autre part à la plateforme mobile 3, autorisant ainsi des débattements angulaires et linéaires de la plateforme mobile, dont un exemple est décrit par le brevet français n°1511683.

Nous ne décrirons pas la boucle d'asservissement, qui peut être du type position/accélération permettant au servoactionneur, objet de l'invention, de réaliser une sortie Y, à partir d'une consigne d'entrée X, par exemple selon fig.4, car faisant partie de l'état de la technique connu.

La fig.5 montre un graphe de réponse en accélération d'un servoactionneur de mouvement de cabine de simulateur. La consigne X élaborée par le calculateur de pilotage/conduite de véhicule, par exemple, d'accélération appliquée à l'entrée de l'asservissement commandant le servoactionneur, engendre une réplique en accélération du servoactionneur, compte tenu de sa fonction de transfert en boucle fermée, à son extrémité de tige 7 conduisant à parcourir une certaine course Y. La course parcourue dépend du seuil de décélération permis dit « washout », par exemple, dans ce cas égal à  $1 \text{ m/s}^2$  ( $0,1 \text{ g}$ ), afin que le servoactionneur puisse retourner en position neutre, sans que le pilote/conducteur ne puisse ressentir cette décélération: cet artifice bien connu évite d'arriver en butée de fin de course et permet au servoactionneur de se mettre en position neutre pour réaliser une nouvelle réplique interactive commandée par le calculateur de vol/pilotage du simulateur.

Le servoactionneur hydraulique linéaire du type à double effet (appelé aussi servovérin), représenté fig. 1 avec une double tige de section  $S_0$ , comporte un corps 6 à deux chambres hydrauliques 11 et 12, dans lequel se déplace un organe mobile constitué d'une tige de vérin 7 et d'un piston 8 recevant sur ses sections actives  $S_1$  et  $S_2$  les pressions respectives  $P_1$  et  $P_2$  créées par une servovalve 9, bien connue de l'homme du métier, commandée par un signal d'entrée  $i$  qui est une image de l'erreur d'asservissement. Une force hydrostatique résultante des efforts agissant différentiellement sur les sections  $S_1$  et  $S_2$  du piston 8 de la tige 7, permet de déplacer la tige de vérin dans le corps de vérin contre la charge supportée, résultante des :

- charge moyenne  $F$  dite statique, et
- charge dynamique due à l'inertie accélérée.

Des paliers hydrostatiques 6a sont généralement prévus pour réduire les frottements entre la tige 7 et le corps d'actionneur linéaire 6. Seul un joint d'étanchéité dynamique est prévu en sortie de tige.

Des moyens complémentaires de protection 16 sont généralement prévus contre d'une part, les suppression de fluide dans les



chambres hydrauliques 11 et 12 et d'autre part, contre les chocs en fin de course d'actionneur tels que, par exemple, amortisseurs hydrauliques à sécurité intrinsèque.

La consigne d'entrée X appliquée à un asservissement peut être une consigne de position, vitesse, accélération/force ou une combinaison de celles-ci calculée par le calculateur de pilotage/conduite du simulateur pour recréer l'ambiance dynamique voulue pour l'application envisagée. A une intensité de signal de commande de servovalve 1, correspond un débit de fluide envoyé dans l'une des chambres 11 ou 12 et extrait de l'autre chambre 12 ou 11 du vérin de puissance 6, contrôlant ainsi la vitesse de déplacement de la tige de vérin 7.

L'invention est une commande hydrostatique bidirectionnelle nouvelle, optimisée à son application.

Selon fig.2,4,6, le servoactionneur électrohydrostatique 1 pour plateforme mobile 3, conforme à l'invention comporte:

- un actionneur hydraulique de puissance 6 dit à triple effet comportant trois chambres 10, 11, 12 séparées ayant chacune une section  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ , respectivement:

- une section  $S_0$  reçoit une pression  $P_0$  dite d'équilibrage créant un effort d'équilibrage de charge statique moyenne  $F$  qui s'exerce sur l'extrémité de la tige 7 du vérin 6,

- deux sections actives  $S_1$  et  $S_2$  délimitées par le piston 8 et la tige 7 étant soumis aux pressions différentielles  $P_1$  et  $P_2$ , comme déjà expliqué ci-dessus, pour modifier l'équilibre dynamique de la tige 7 transmettant l'effort à la plateforme par l'articulation 5,

- un circuit hydrostatique (20, 21) d'alimentation avec un moyen de distribution 15 alimenté en fluide à partir de la chambre 10,

- un moyen rotatif 13 de commande hydrostatique bidirectionnelle 14 qui génère un débit de fluide envoyé dans l'une des chambres 11 ou 12 et extrait un débit de l'autre chambre 12 ou 11, et crée les pressions différentielles  $P_1$  et  $P_2$  s'exerçant sur les sections actives 11 et 12 pour déplacer la tige 7 de piston 8 dans le corps de vérin hydraulique de puissance 6.

- un moyen hydropneumatique d'équilibrage 27 de charge statique  $F$  crée la pression  $P_0$  régnant dans la chambre 10 ayant la section  $S_0$ . Cette pression  $P_0$  peut être contrôlée par les moyens de régulation 28 et/ou d'alimentation filtrée 29.

De préférence, les sections actives  $S_1$ ,  $S_2$  sont de surfaces sensiblement égales.

Une caractéristique de l'invention est que le fait d'équilibrer la charge statique moyenne  $F$  supportée par le servoactionneur permet de minimiser la puissance nécessaire à l'actionnement de la charge supportée et consécutivement, le dimensionnement du moyen rotatif 13 de commande hydrostatique 14 alimentant en fluide hydraulique les chambres actives 11 et 12 de l'actionneur hydraulique de puissance 6: la puissance absorbée par l'organe moteur/servomoteur de la commande hydrostatique est ainsi réduite au minimum.

Selon la fig.1, l'actionneur hydraulique de puissance 6 est à trois chambres hydrauliques séparées 10, 11, 12 ayant chacune une section de surface respective  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  disposées en tandem dans un corps creux appelé cylindre 6.

Selon les fig. 2,4,6, l'actionneur hydraulique de puissance 6 est à trois chambres hydrauliques 10,11,12 dont deux 11 et 12 sont coaxiales l'une par rapport à l'autre autour d'une tige creuse 7b.

Avantageusement, la chambre interne de section ( $S_0$ ,  $S_1$ ) est délimitée par une tige creuse 7b et un piston plongeur (6b).

La fig.6 montre un autre mode de réalisation où la chambre d'équilibrage 10 de charge statique  $F$  est interne à la tige creuse 7b de l'actionneur hydraulique de puissance 6. L'actionneur 6 peut être à corps mobile et tige fixe 7a ou b, sans pour autant sortir du cadre et de l'esprit de l'invention.

De préférence, ledit moyen rotatif 13 de commande hydrostatique est du type à pompe hydraulique à déplacement positif, entraînée par un servomoteur électrique  $M$ , du type à courant continu avec ou, de préférence, sans balai du type synchrone/asynchrone autopiloté en flux et courant  $i$ ,  $\phi$ .

Selon un autre mode de réalisation, ledit moyen rotatif 13 de commande hydrostatique est du type à servopompe hydraulique à déplacement positif variable, entraînée par un moteur électrique  $M$ , par exemple, à vitesse constante.

Il est entendu qu'une caractéristique propre à la commande hydrostatique révélée est que la pompe hydraulique peut fonctionner en moteur hydraulique dans certaines phases transitoires de décélération de charge, phases qui deviennent alors motrices, restituant ainsi de l'énergie au moteur/servomoteur électrique  $M$  d'entraînement.

Les fig.2, 3, montrent un circuit hydrostatique 20,21 reliant les deux chambres 11 et 12 de l'actionneur hydraulique de puissance 6 au moyen rotatif 13 de commande hydrostatique bidirectionnelle. Le circuit hydrostatique (20, 21) d'alimentation comporte un moyen de distribution 15 alimenté en fluide à partir de la chambre 10. Le moyen de distribution 15 comporte un moyen de régulation 17, 22 qui permet d'alimenter sous une basse pression dite pression de gavage  $P_g$  le circuit hydrostatique 20, 21. Une caractéristique de l'invention est d'utiliser la pression d'équilibrage  $P_0$  de charge statique  $F$  régnant dans la chambre 10 comme pression génératrice permettant le remplissage et le gavage du circuit hydrostatique, et assurant aussi un refroidissement du fluide hydraulique lors du fonctionnement du servoactionneur 1. Le servomoteur/moteur  $M$  peut être, selon une autre caractéristique de l'invention, refroidi par une circulation de fluide hydraulique débité par le moyen de distribution 15.

Avantageusement, la pression de gavage adaptée  $P_g$  du circuit hydrostatique de l'actionneur hydraulique 6 de puissance est une fraction de la pression  $P_0$  qui s'exerce sur la section  $S_0$

d'équilibrage de charge statique et peut alimenter les deux chambres S1 et S2 au travers de moyens de distribution 18, 19 et de régulation 17 et 22 de contrôle de débit de fluide hydraulique.

Un moyen de protection 16 du circuit hydrostatique 20, 21 peut en outre être prévu en complément du moyen de distribution 15.

Selon fig.3, ledit moyen de distribution 15 comporte des clapets antiretour 18, 19

Avantageusement, selon fig.4, ledit moyen de distribution comporte des vannes 23, 24 pilotées électriquement par un contrôleur électronique 25 de commande de servomoteur électrique ou de servopompe.

Une autre caractéristique de l'invention, est que le pilotage électrique des amplificateurs 23a, 23b des vannes 23, 24 commandées par le contrôleur électronique 25 selon le sens de rotation du servomoteur d'entraînement du moyen hydrostatique 13 de commande hydrostatique bidirectionnelle 14, permet le contrôle autour du zéro de débit d'alimentation des chambres 11, 12 pour, en outre, améliorer la stabilité, la linéarité et peut aussi permettre le bypassage de l'actionneur hydraulique de puissance, par exemple pour le refroidissement et/ou en cas de panne.

Avantageusement, le moyen rotatif 13 de commande hydrostatique bidirectionnelle par servomoteur M, le moyen de distribution 15, 16 du circuit hydrostatique 20, 21, forment un seul ensemble 100 qui peut être adjacent, ou intégré à l'actionneur de puissance 6 à triple effet.

Ainsi, le système de plateforme mobile 3 comportant un ou des actionneurs 1 selon l'invention, ne nécessite pas de centrale hydraulique de puissance commune aux n servoactionneurs électrohydrauliques de l'état de la technique connue.

En outre, la valeur de la charge statique supportée F calculée, par exemple, à partir des pressions P0, P1, P2 mesurées régnant dans l'une ou les chambres 10, 11, 12 de n actionneurs, la pression d'équilibrage de ladite charge statique F peut être calculée pour commander un moyen de régulation 28 contrôlé électriquement par un signal élaboré s. Ce signal s peut être l'image de la charge moyenne F à supporter dans une position mesurée par le capteur de position de tige Y de(s) servoactionneur(s) 1.

De préférence, ledit moyen hydropneumatique 27 d'équilibrage de charge F est commun à tous les n servoactionneurs de la plateforme mobile suspendue 3, à n degrés de liberté.

## Revendications

Rev n°1: servoactionneur électrohydrostatique, pour plateforme mobile (3) comprenant:

- un actionneur hydraulique de puissance (6),
- un moyen hydropneumatique (27) d'équilibrage de charge (F) dite statique,
- un circuit hydrostatique (20, 21) d'alimentation,
- un moyen rotatif 13 de commande hydrostatique bidirectionnelle (14) d'alimentation en fluide dudit actionneur hydraulique (6) de puissance, caractérisé en ce que l'actionneur hydraulique (6) de puissance est à triple effet comportant trois chambres (10, 11, 12) séparées ayant chacune une section (So, S1, S2), la première section dite d'équilibrage (So) étant soumise à une pression d'équilibrage (P0) régnant dans une chambre d'équilibrage (10), créée par ledit moyen hydropneumatique d'équilibrage (27, 28, 29, s), les sections actives (S1 et S2) de surfaces sensiblement égales recevant les pressions différentielles (P1, P2) créées par ledit moyen rotatif (13, 14) de commande hydrostatique bidirectionnelle, et en ce que, le circuit hydrostatique (20, 21) d'alimentation comporte un moyen de distribution (15) alimenté en fluide à partir de la chambre (10) d'équilibrage.

Rev. n°2: servoactionneur électrohydrostatique, pour plateforme mobile selon les revendication précédentes, caractérisé en ce que l'actionneur hydraulique de puissance (6) est à trois chambres hydrauliques séparées (10, 11, 12) disposées en tandem dans un corps creux (6) de l'actionneur et dont les sections actives (S1, S2) sont de surface égale.

Rev. n°3: servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile selon la revendication n°1, caractérisé en ce que l'actionneur hydraulique de puissance (6) est à trois chambres hydrauliques séparées (10, 11, 12) dont deux sont disposées coaxialement l'une par rapport à l'autre autour d'une tige creuse (7b) de l'actionneur (6).

Rev. n°4: servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile selon les revendications n°1 et 3, caractérisé en ce qu'une chambre interne (10, 11) de section (So, S1) est délimitée par une tige creuse (7b) et un piston plongeur (6b).

Rev. n°5: servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile selon l'une quelconque des revendications n°1 à 4, caractérisé en ce que, ledit moyen rotatif (13) de commande hydrostatique bidirectionnelle (14) est du type à pompe hydraulique à déplacement positif entraînée par un servomoteur électrique (M).

Rev. n°6: servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile selon l'une quelconque des revendications n°1 à 4, caractérisé en ce que, ledit moyen rotatif (13) de commande hydrostatique bidirectionnelle (14) est du type à servopompe hydraulique à déplacement positif variable entraînée par un moteur électrique (M).

Rev. n°7: servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, le circuit hydrostatique (20, 21) d'alimentation reliant les deux chambres (11, 12) d'actionneur hydraulique (6) de puissance au moyen rotatif (13) de commande hydrostatique bidirectionnelle, comporte un moyen de distribution de fluide (15, 16) sous pression ( $P_g$ ) qui est une fraction de la pression ( $P_0$ ) qui s'exerce sur la section ( $S_0$ ) d'équilibrage.

Rev. n°8: servoactionneur électrohydrostatique pour plateforme mobile selon la revendication n°7, caractérisé en ce que, ledit moyen de distribution (15, 16) de fluide sous pression dite de gavage ( $P_g$ ) comporte des vannes (18, 19; 23, 24) pilotées électriquement (25, 23a, 23b).

Rev. n°9: servoactionneur électrohydrostatique, pour plateforme mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, l'actionneur hydraulique 6 de puissance, le moyen rotatif (13) de commande hydrostatique bidirectionnelle (14) alimentant l'actionneur hydraulique (6) du type à triple effet, le moyen de distribution de fluide (15, 16; 17, 18, 19, 22; 17, 23, 24, 22) du circuit hydrostatique 20, 21, peuvent former un seul ensemble (100) adjacent à l'actionneur (6).

Rev. n° 10: système de plateforme mobile suspendue (3), particulièrement pour simulateur d'entraînement au pilotage d'aéronef ou de conduite de véhicule, caractérisé en ce qu'il comporte au moins, un servoactionneur électrohydrostatique selon l'une quelconque des revendications n°1 à 9, et en ce que, le moyen hydropneumatique (27) d'équilibrage de charge ( $F$ ) dite statique, est commun à tous les servoactionneurs, et en ce que, en outre, la pression d'équilibrage nécessaire ( $P_0$ ) peut être contrôlée par un moyen de régulation (28, 29, s) pour équilibrer la charge moyenne ( $F$ ) dite statique supportée par la plateforme mobile (3).

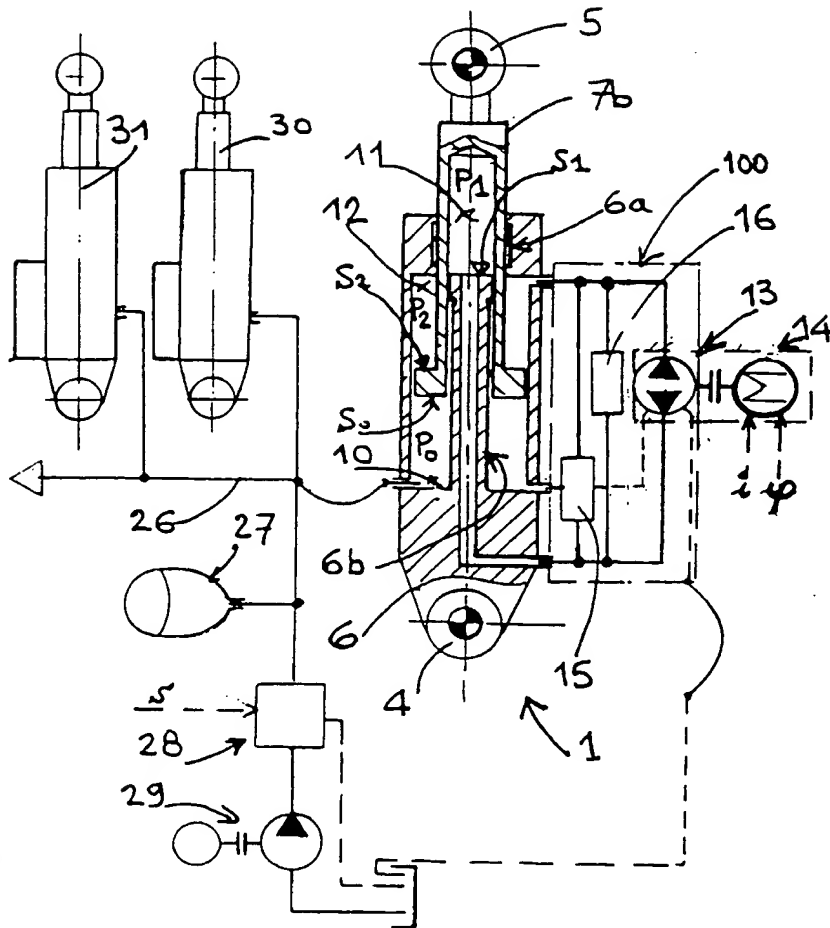


Fig. 2

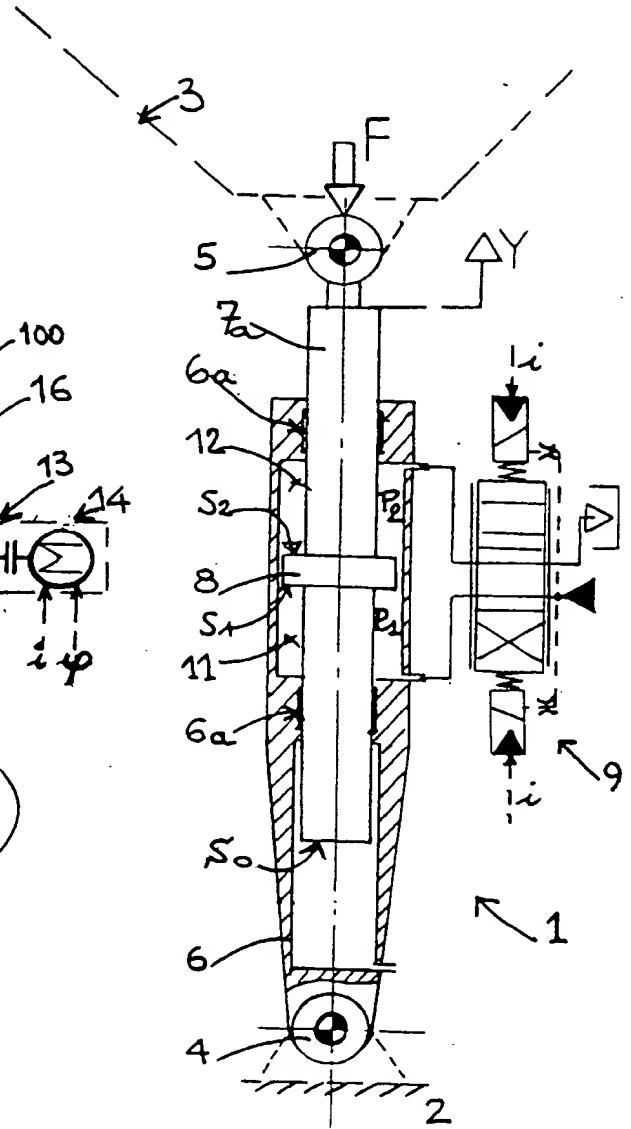


Fig. 1

Fig 3

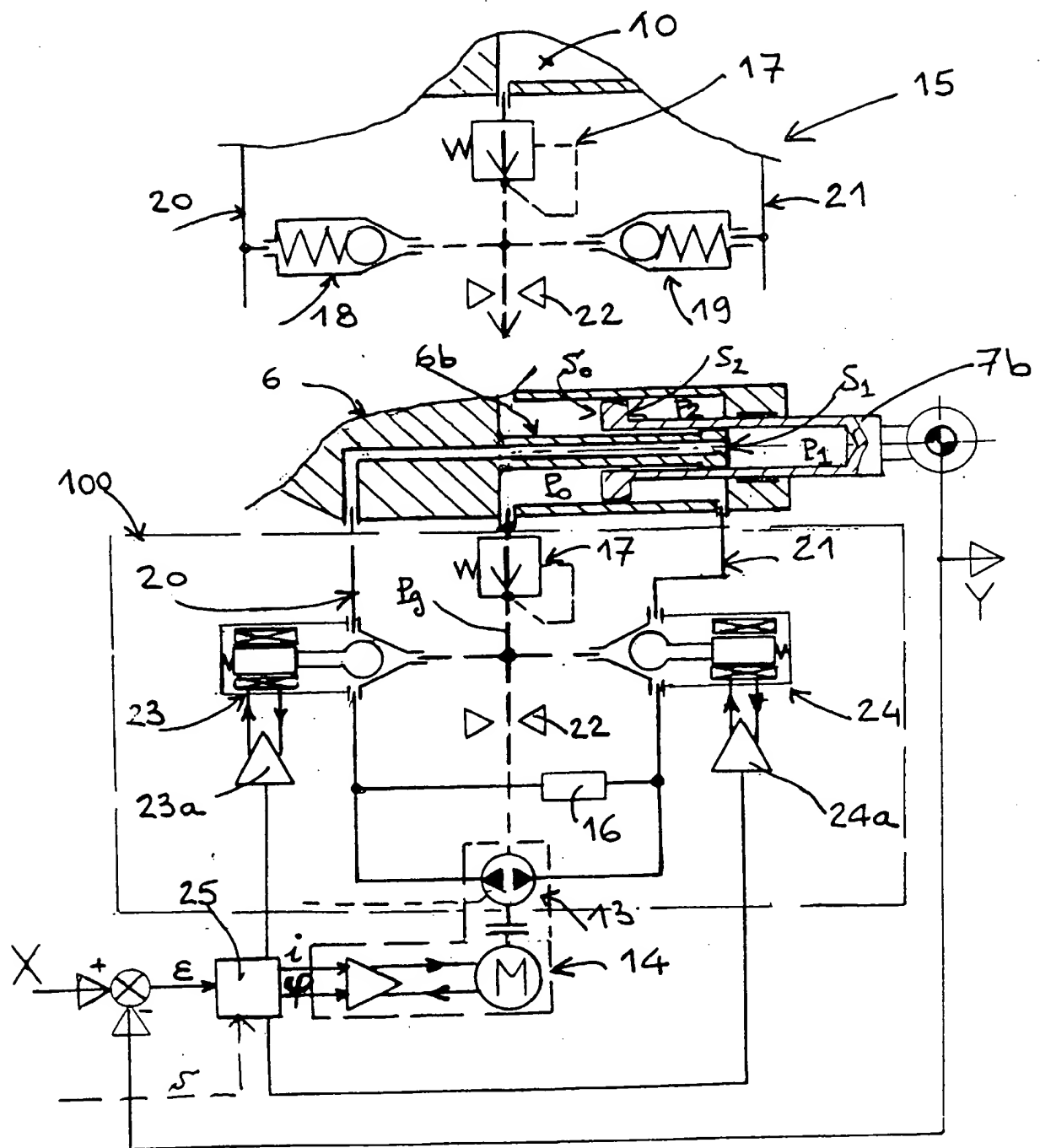
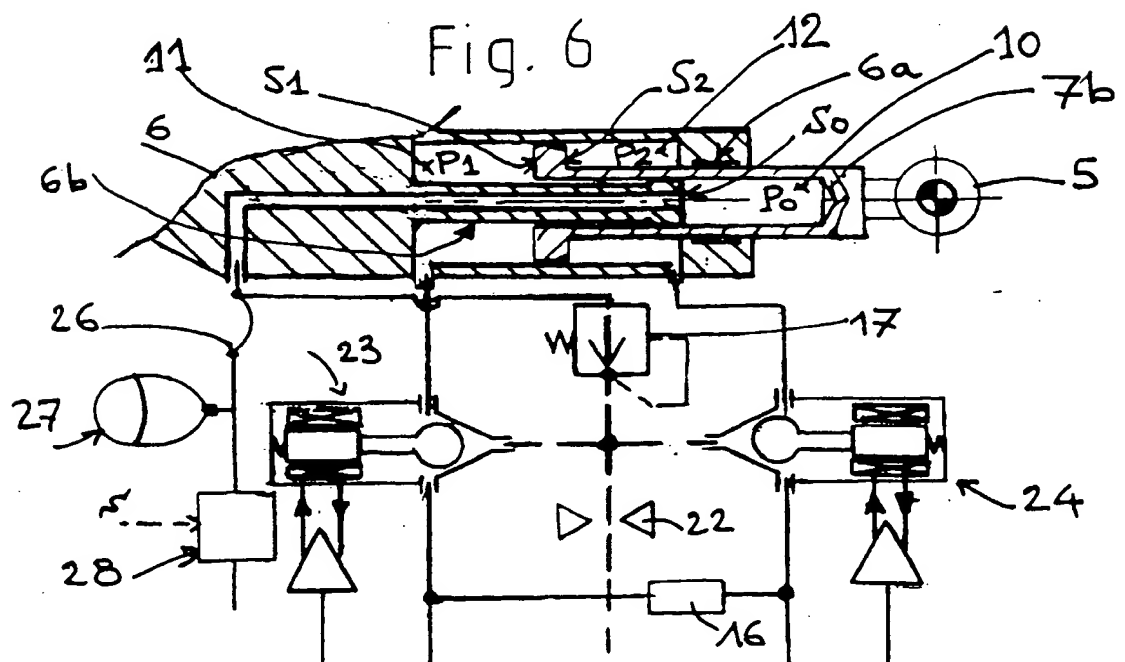
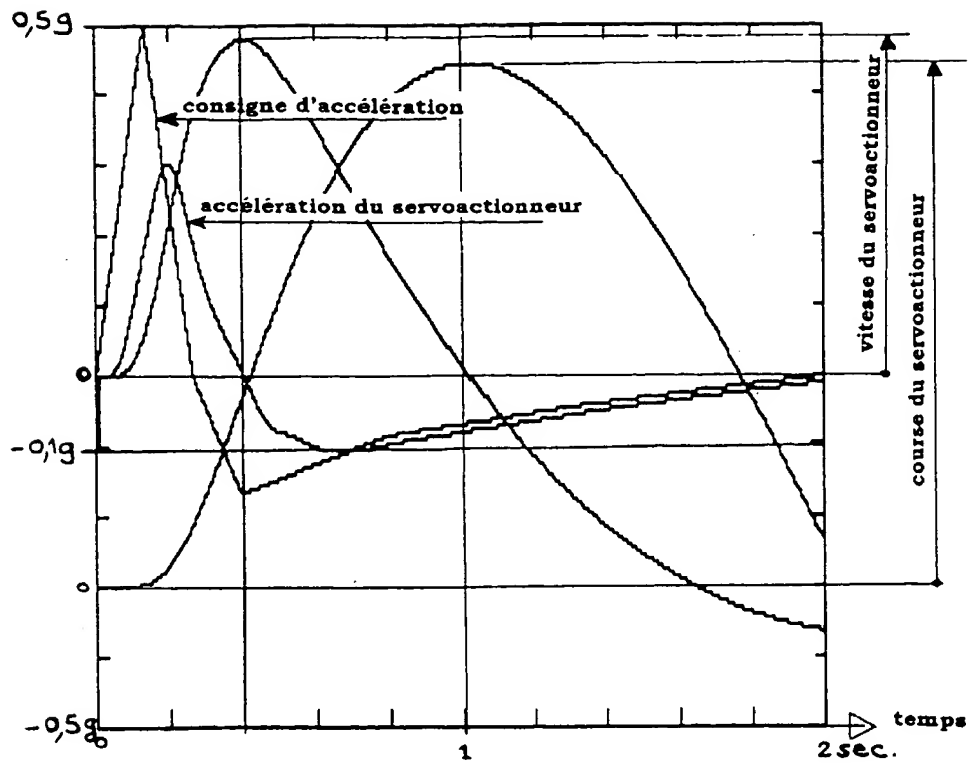


Fig. 4

Fig. 5





REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des données revendicat  
déposées avant le commencement de la rech rch

N° d'enregistrement  
national

FA 543649  
FR 9706775

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 221 (M-246), 30 septembre 1983 & JP 58 113611 A (HITACHI KENKI), 6 juillet 1983, * abrégé; figure *	1-8,10
Y	DE 43 24 289 A (IVECO MAGIRUS) 26 janvier 1995 * colonne 2, ligne 1 - ligne 13; figure *	1-8,10
A	WO 92 01579 A (POLYTECHNIC OF HUDDERSFIELD) 6 février 1992 * abrégé; figure 1 *	1,2,7,8
A	ENGSTRAND B: "PNEUMATICS: A FORCE BEYOND VIRTUAL REALITY" HYDRAULICS AND PNEUMATICS, vol. 49, no. 7, 1 juillet 1996, pages 35-38, XP000595310 * page 37, colonne de droite, dernier alinéa; figure 2 *	1,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 412 (C-0755), 6 septembre 1990 & JP 02 156978 A (KAYABA), 15 juin 1990, * abrégé; figure *	1,10
A	GB 2 053 127 A (GEC MECHANICAL HANDLING) 4 février 1981 * page 2, ligne 2 - ligne 6; figure 2 *	6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 227 (M-713), 28 juin 1988 & JP 63 023002 A (DAIICHI DENKI), 30 janvier 1988, * abrégé; figure *	5
-/-		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
30 janvier 1998		SLEIGHTHOLME, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1500 02/92 (P04C13)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,A	FR 2 669 381 A (BOVY) 22 mai 1992 * figure 3 *	1
D,A	FR 2 654 716 A (THOMSON CSF) 24 mai 1991 * figure 1 *	1
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
30 janvier 1998		SLEIGHTHOLME, G
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intermédiaire</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> </div> </div>		